

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

(11) N° de publication :

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

2 790 136

(21) N° d'enregistrement national :

00 02207

(51) Int Cl<sup>7</sup> : H 01 C 7/12, H 02 H 9/02, 5/04, H 05 K 1/16, H 01 C 7/02

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 22.02.00.

(30) Priorité : 22.02.99 US 60121043.

(71) Demandeur(s) : LITTELFUSE INC — US.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 25.08.00 Bulletin 00/34.

(72) Inventeur(s) : MINERVINI ANTHONY D et LUCIANO HONORIO.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(73) Titulaire(s) :

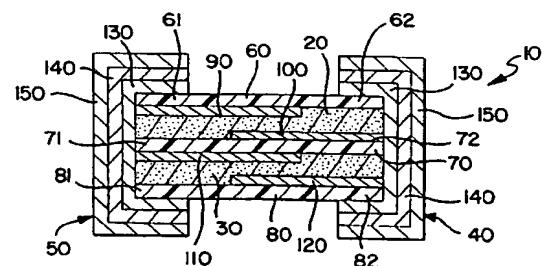
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(74) Mandataire(s) : CABINET MALEMONT.

## (54) DISPOSITIFS DE PROTECTION DE CIRCUIT ELECTRIQUE A MONTER EN SURFACE ET LEUR PROCEDE DE FABRICATION.

(57) L'invention concerne un dispositif de protection de circuit électrique (10) comprenant trois substrats (60, 70, 80), deux éléments CTP (20, 30) et deux connexions d'extrémité (40, 50). Les premier et troisième substrats (60, 80) comportent chacun une électrode (90, 120), le deuxième substrat (70) comportant deux électrodes (100, 110). Le premier élément CTP (20) est interposé entre les substrats (60, 70) et relie électriquement les électrodes (90, 100), tandis que le second élément CTP (30) est interposé entre les substrats (70, 80) et relie électriquement les électrodes (110, 120). La première connexion (40) en contact avec les électrodes (100, 120) enveloppe l'une des extrémités du dispositif, et la seconde connexion (50) en contact avec les électrodes (90, 110) enveloppe l'autre extrémité du dispositif, en reliant les éléments CTP en parallèle entre elles.

L'invention concerne également un procédé pour fabriquer ce dispositif.



La présente invention concerne, d'une manière générale, un dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface et, en particulier, une configuration CTP multicoche pour des dispositifs à forte puissance. Elle concerne également un procédé pour fabriquer un dispositif de ce type.

Il est bien connu que la résistivité de nombreux matériaux conducteurs varie avec la température. La résistivité d'un matériau à coefficient de température positif ("CTP") augmente avec la température du matériau. De nombreux polymères cristallins rendus conducteurs d'électricité par dispersion de matières de charge conductrices présentent cet effet CTP. Ces polymères comprennent généralement des polyoléfines, telles qu'un polyéthylène, un polypropylène et des copolymères éthylène/propylène. Certaines céramiques dopées, telles que le titanate de baryum, présentent également un comportement CTP.

À des températures inférieures à une certaine valeur, c'est-à-dire la température critique ou de commutation, le matériau CTP présente une résistivité constante relativement faible. Cependant, lorsque la température du matériau CTP augmente au-delà de ce point, la résistivité augmente nettement quand la température n'augmente que légèrement.

Des dispositifs électriques faisant appel à des matériaux polymères et céramiques présentant un comportement CTP sont utilisés comme protection contre les surintensités dans les circuits électriques. Dans des conditions de fonctionnement normales du circuit électrique, la résistance de la charge et du dispositif CTP est telle qu'un courant relativement faible traverse le

dispositif CTP. La température du dispositif due à un échauffement par effet Joule reste ainsi inférieure à la température critique ou de commutation du dispositif CTP. On dit que le dispositif est dans un état d'équilibre 5 (c'est-à-dire que la vitesse à laquelle la chaleur est produite par l'échauffement par effet Joule est égale à la vitesse à laquelle le dispositif est apte à perdre cette chaleur par dissipation dans son environnement).

Si la charge est mise en court-circuit ou si le 10 circuit est soumis à une pointe de puissance, le courant qui traverse le dispositif CTP augmente, et le dispositif atteint rapidement (en raison de l'échauffement par effet Joule) sa température critique. A ce moment-là, une grande quantité d'énergie est dissipée dans le dispositif CTP, 15 lequel devient instable (c'est-à-dire que la vitesse à laquelle le dispositif génère de la chaleur est supérieure à la vitesse à laquelle celui-ci est capable de perdre cette chaleur par dissipation dans son environnement). Cette dissipation d'énergie n'a toutefois lieu que pendant 20 une courte période de temps (une fraction de seconde), car l'augmentation de la dissipation d'énergie fait monter la température du dispositif CTP jusqu'à une valeur à laquelle la résistance de celui-ci devient tellement élevée que le courant qui passe dans le circuit est limité à une valeur 25 relativement faible. Cette nouvelle valeur de courant est suffisante pour maintenir le dispositif CTP à un nouveau point d'équilibre température élevée/résistance élevée, mais sans endommager les composants du circuit électrique. Ainsi, le dispositif CTP joue le rôle d'une sorte de 30 fusible en limitant la circulation de courant à travers la charge en court-circuit à une valeur sans danger, relativement faible, lorsque l'échauffement du dispositif CTP atteint la plage de températures critiques de celui-ci.

5        Lorsque le courant sera interrompu dans le circuit ou que les conditions à l'origine du court-circuit (ou de la pointe de puissance) seront supprimées, le dispositif CTP refroidira pour atteindre une température inférieure à sa température critique et retrouver son état de fonctionnement normal, à faible résistance. Il en résulte un dispositif de protection de circuit électrique apte à être remis à l'état initial.

10      La présente invention a pour but de proposer un dispositif de protection de circuit électrique doté d'une puissance électrique accrue, grâce à une augmentation de la surface active de l'élément CTP, tout en conservant au dispositif le même encombrement, c'est-à-dire la même longueur et la même largeur. D'une manière générale, pour 15      augmenter la puissance électrique d'un dispositif, il faut augmenter la surface de l'élément CTP. Au lieu d'augmenter les dimensions totales du dispositif, la présente invention a recours à des couches multiples d'éléments CTP disposées en sandwich entre des substrats de support. Des première et 20      seconde connexions d'extrémité relient électriquement les éléments CTP en parallèle afin d'augmenter la surface CTP active. On obtient ainsi un dispositif présentant le même encombrement, mais doté d'une puissance électrique plus élevée.

25      Pour atteindre ce but, la présente invention propose un dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface, caractérisé en ce qu'il comprend un premier substrat de support sur une première surface duquel est disposée une électrode; un deuxième substrat de support 30      sur une première surface duquel est disposée une électrode; un élément CTP formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices et qui est positionné entre les premier et deuxième substrats de

support et relié électriquement aux électrodes ; une première connexion d'extrémité électriquement conductrice qui enveloppe une première extrémité de l'élément CTP et qui est en contact électrique avec l'électrode disposée sur le premier substrat ; et une seconde connexion d'extrémité électriquement conductrice qui enveloppe une seconde extrémité de l'élément CTP et qui est en contact électrique avec l'électrode disposée sur le deuxième substrat.

Le dispositif peut comporter un troisième substrat de support sur une première surface duquel est disposée une électrode, le deuxième substrat de support comportant une seconde électrode disposée sur sa seconde surface, et un second élément CTP formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices étant positionné entre l'électrode disposée sur la première surface du troisième substrat et la seconde électrode disposée sur la seconde surface du deuxième substrat.

Selon un premier mode de réalisation de la présente invention, il est proposé un dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface, caractérisé en ce qu'il comprend un premier substrat sur une première surface duquel est disposée une première électrode ; un deuxième substrat sur une première surface duquel est disposée une première électrode et sur une seconde surface duquel est disposée une seconde électrode ; un troisième substrat sur une première surface duquel est disposée une première électrode ; un premier élément CTP formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le premier élément CTP étant interposé entre les premier et deuxième substrats et reliant électriquement la première électrode disposée sur le premier substrat à la première électrode disposée sur le deuxième substrat ; un second élément CTP formé d'un

polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le second élément CTP étant interposé entre les deuxième et troisième substrats et reliant électriquement la seconde électrode disposée sur le deuxième substrat à la première électrode disposée sur le troisième substrat; une première connexion d'extrémité conductrice qui enveloppe une première extrémité du dispositif; et une seconde connexion d'extrémité conductrice qui enveloppe une seconde extrémité du dispositif. Par conséquent la première connexion d'extrémité est en contact direct avec les premières électrodes des deuxième et troisième substrats, et la seconde connexion d'extrémité est en contact direct avec la première électrode du premier substrat et la seconde électrode du deuxième substrat.

Pour augmenter la puissance totale du dispositif et selon un second mode de réalisation de la présente invention, il est proposé un dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface, caractérisé en ce qu'il comprend un premier substrat électriquement isolant sur une première surface duquel est disposée une première électrode; un deuxième substrat électriquement isolant sur une première surface duquel est disposée une première électrode et sur une seconde surface duquel est disposée une seconde électrode; un troisième substrat électriquement isolant sur une première surface duquel est disposée une première électrode et sur une seconde surface duquel est disposée une seconde électrode; un quatrième substrat électriquement isolant sur une première surface duquel est disposée une première électrode; un premier élément CTP en couche formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le premier élément CTP étant interposé entre

les premier et deuxième substrats isolants et reliant électriquement la première électrode disposée sur le premier substrat isolant à la première électrode disposée sur le deuxième substrat isolant ; un deuxième élément CTP 5 en couche formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le deuxième élément CTP étant interposé entre les deuxième et troisième substrats isolants et reliant électriquement la seconde électrode disposée sur le deuxième substrat isolant à la première 10 électrode disposée sur le troisième substrat isolant ; un troisième élément CTP en couche formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le troisième élément CTP étant interposé entre les troisième et quatrième substrats isolants et reliant électriquement 15 la seconde électrode disposée sur le troisième substrat isolant à la première électrode disposée sur le quatrième substrat isolant ; une première connexion d'extrémité électriquement conductrice enveloppant une première extrémité du dispositif et étant en contact électrique avec 20 la première électrode disposée sur le quatrième substrat isolant, avec la première électrode disposée sur le troisième substrat isolant et avec la première électrode disposée sur le deuxième substrat isolant ; et une seconde connexion d'extrémité électriquement conductrice 25 enveloppant une seconde extrémité du dispositif et étant en contact électrique avec la seconde électrode disposée sur le troisième substrat isolant, avec la seconde électrode disposée sur le deuxième substrat isolant et avec la première électrode disposée sur le premier substrat isolant. Par conséquent, les première et seconde connexions 30 d'extrémité relient électriquement les éléments CTP en parallèle. La première connexion d'extrémité est directement en contact avec les premières électrodes des

deuxième, troisième et quatrième substrats, et la seconde connexion d'extrémité est directement en contact avec la première électrode du premier substrat et avec les secondes électrodes des deuxième et troisième substrats.

5 La présente invention propose également un procédé de fabrication d'un dispositif de protection de circuit électrique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui consistent à prévoir des premier et deuxième substrats ; à former une première électrode sur une première surface du premier substrat ; à former une première électrode sur une première surface du deuxième substrat ; à prévoir un premier élément CTP ; à disposer en couche le premier élément CTP entre la première électrode formée sur le premier substrat et la première électrode formée sur le deuxième substrat pour former un stratifié ; à former une première connexion d'extrémité enveloppant une première extrémité du stratifié et en contact électrique avec la première électrode formée sur le premier substrat ; et à former une seconde connexion d'extrémité enveloppant une seconde extrémité du stratifié et en contact électrique avec la première électrode formée sur le deuxième substrat.

10

15

20

25 L'invention propose, en outre, un procédé pour fabriquer plusieurs dispositifs de protection de circuit électrique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui consistent à prévoir des premier, deuxième et troisième substrats ; à former de multiples premières électrodes sur une première surface du premier substrat ; à former de multiples premières électrodes sur une première surface du deuxième substrat ; à former de multiples secondes électrodes sur une seconde surface du deuxième substrat ; à former de multiples premières électrodes sur une première surface du troisième substrat ; à prévoir des premier et second éléments CTP ; à disposer en couches le premier

30

élément CTP entre les multiples premières électrodes formées sur le premier substrat et les multiples premières électrodes formées sur le deuxième substrat ; à disposer en couches le second élément CTP entre les multiples secondes électrodes formées sur le deuxième substrat et les multiples premières électrodes formées sur le troisième substrat pour former une feuille CTP multicoche ; à former plusieurs trous dans la feuille pour exposer des parties des multiples couches (c'est-à-dire des substrats, des électrodes et des éléments CTP) ; à appliquer une première couche conductrice à la feuille CTP multicoche et aux parties exposées de celle-ci ; à appliquer une seconde couche conductrice à la première couche conductrice ; à éliminer par attaque des parties des première et seconde couches conductrices pour créer plusieurs premières et secondes connexions d'extrémité, chacune des premières connexions d'extrémité étant en contact avec l'une des multiples premières électrodes formées sur le troisième substrat et avec l'une des multiples premières électrodes formées sur le deuxième substrat, et chacune des secondes connexions d'extrémité étant en contact avec l'une des multiples premières électrodes formées sur le premier substrat et avec l'une des multiples secondes électrodes formées sur le deuxième substrat ; et à transformer la feuille en plusieurs dispositifs de protection de circuit électrique, chaque dispositif comportant l'une des multiples premières et des multiples secondes connexions d'extrémité. Par conséquent, chaque dispositif comprend une première connexion d'extrémité et une seconde connexion d'extrémité qui relient électriquement les éléments CTP en parallèle.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention et pour réaliser des connexions d'extrémité capables

d'admettre des intensités de courant plus élevées, la seconde couche conductrice est appliquée au stratifié préalablement à l'élimination de parties de la première couche. En outre, pour que les dispositifs soient mieux adaptés pour être montés sur une carte à circuit imprimé (c'est-à-dire par brasage), une troisième couche conductrice (d'étain, par exemple) est appliquée sur la seconde couche conductrice, après la formation des connexions d'extrémité par création d'espaces non conducteurs dans les première et seconde couches conductrices.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée suivante de modes de réalisation donnée à titre d'exemple nullement limitatif en référence aux dessins annexés sur lesquels la taille et l'épaisseur des différents éléments représentés sont considérablement exagérées afin de monter plus clairement les dispositifs électriques de la présente invention, et dans lesquels :

la figure 1 est une vue frontale d'un dispositif électrique selon un premier mode de réalisation de la présente invention ;

la figure 2 est une vue frontale d'un dispositif électrique selon un second mode de réalisation de l'invention ;

la figure 3 est une vue éclatée partielle d'éléments destinés à être superposés les uns aux autres pour former un stratifié conformément à un procédé de fabrication du dispositif de la figure 1 ;

la figure 4 montre le stratifié de la figure 3 sur lequel est appliquée une première couche conductrice ;

la figure 5 montre le stratifié de la figure 3 sur lequel sont appliquées des première et seconde couches conductrices ;

la figure 6 montre un procédé de création de première et seconde connexions d'extrémité par élimination par attaque de parties des première et seconde couches conductrices ;

la figure 7 représente une feuille CTP multicouche utilisée pour fabriquer plusieurs dispositifs selon l'un 10 des modes de réalisation de la présente invention ; et

la figure 8 est une vue frontale partielle de la feuille CTP multicouche de la figure 7.

La figure 1 montre un dispositif électrique 10 selon un premier mode de réalisation de la présente invention. Le 15 dispositif 10 se compose de premier et second éléments CTP 20, 30 reliés électriquement en parallèle entre des première et seconde connexions d'extrémité 40, 50. Les premier et second éléments CTP 20 et 30 sont interposés entre des premier, deuxième et troisième substrats 60, 70, 20 80.

D'une manière générale, les éléments CTP 20, 30 sont constitués par une composition CTP formée d'un composant polymère et d'un composant formant charge conductrice. Le composant polymère peut comprendre une 25 polyoléfine ayant une cristallinité d'au moins 40 %. Des polymères appropriés comprennent un polyéthylène, un polypropylène, un polybutadiène, des polyéthylènes acrylates, des copolymères d'acide acrylique et d'éthylène et des copolymères d'éthylène et de propylène. Dans un mode 30 de réalisation préféré, le composant polymère comprend un polyéthylène et de l'anhydride maléique, par exemple Fusabond™ fabriqué et commercialisé par DuPont. La charge conductrice est dispersée dans l'ensemble du composant

polymère en une quantité suffisante pour garantir que la composition présente un comportement CTP. A titre de variante, la charge conductrice peut être greffée sur le composant polymère.

5 D'une manière générale également, le composant formant charge conductrice est présent dans la composition CTP dans un proportion représentant approximativement 25-75 % en poids. Des charges conductrices appropriées pour être utilisées dans la présente invention comprennent des 10 poudres, des paillettes ou des billes formées des métaux suivants : nickel, argent, or, cuivre, cuivre plaqué d'argent, ou alliages métalliques. La charge conductrice peut aussi comprendre du noir de carbone, des paillettes ou des billes de carbone, ou du graphite. Des compositions CTP 15 particulièrement utiles ont une résistivité à 25°C inférieure à 5 ohms/cm, plus précisément inférieure à 3 ohms/cm et de préférence inférieure à 1 ohm/cm, par exemple de 0,5 à 0,1 ohm/cm. Des compositions CTP adaptées pour être utilisées dans la présente invention sont 20 décrites dans la demande de brevet américain n° 08/614 038 et dans les brevets américains n° 4 237 441, 4 304 987, 4 849 133, 4 880 577, 4 910 389 et 5 190 697.

25 Les substrats 60, 70 et 80 sont de préférence électriquement isolants et forment un support pour le dispositif 10. Des matériaux appropriés pouvant être utilisés comme substrats dans la présente invention comprennent : une céramique, l'époxy FR-4, un verre et la mélamine. Le premier substrat 60 comporte une première 30 électrode 90 formée sur sa première surface (inférieure). Le deuxième substrat 70 comporte une première électrode 100 formée sur l'une (supérieure) de ses surfaces et une seconde électrode 110 formée sur son autre surface (inférieure). Le troisième substrat 80 comporte une

première électrode 120 formée sur sa première surface (supérieure). D'une manière générale, les électrodes peuvent être constituées par n'importe quel métal conducteur, tel que par exemple l'argent, le cuivre, le zinc, le nickel, l'or et leurs alliages, et peuvent être formées par dépôt sous la forme d'une feuille métallique sur les substrats à l'aide de n'importe quelle méthode de dépôt classique, telle que par exemple dépôt en phase vapeur, pulvérisation cathodique et plaquage.

10 Dans le mode de réalisation préféré, les substrats 60, 70, 80 sont formés d'époxy FR-4 plaqué de cuivre. Les configurations d'électrodes sont réalisées à l'aide de procédés de masquage et d'attaque conventionnels, ou à l'aide du procédé de photogravure décrit dans le brevet 15 américain n° 5 699 607. Comme on peut le voir sur la figure 1, la première électrode 90 formée sur le premier substrat 60 s'étend jusqu'à l'une 61 des extrémités de celui-ci, mais pas jusqu'à l'autre extrémité 62. Les électrodes 100 et 110 formées sur le deuxième substrat 70 s'étendent respectivement jusqu'à des extrémités opposées de celui-ci, 20 c'est-à-dire que la première électrode 100 s'étend jusqu'à l'extrémité 72, mais pas jusqu'à l'extrémité 71, tandis que la seconde électrode 110 s'étend jusqu'à l'extrémité 71, mais pas jusqu'à l'extrémité 72. L'électrode 120 formée sur 25 le troisième substrat 80 s'étend elle aussi jusqu'à l'une 82 des extrémités de celui-ci, mais pas jusqu'à l'autre extrémité 81. Cette configuration décalée des électrodes est importante pour permettre l'établissement de liaisons électriques correctes avec les première et seconde 30 connexions d'extrémité 40 et 50.

Une fois que les configurations d'électrodes ont été réalisées sur les substrats et que les éléments CTP ont été définis (de préférence par extrusion d'une matière CTP sous

la forme de feuilles minces), les éléments sont alignés dans une armature (voir figure 3) et soumis à une chaleur et à une pression dans une presse chauffée pour former un stratifié multicoche. Le premier élément CTP 20 est 5 disposé en sandwich entre les premier et deuxième substrats 60 et 70 et établit un contact électrique direct avec les électrodes 90 et 100. Sous l'effet de la chaleur et de la pression, l'élément CTP 20 remplit le vide ou comble la 10 surface irrégulière créé(e) par les électrodes 90 et 100 qui ne recouvrent respectivement qu'une partie des surfaces des substrats 60 et 70. De même, le second élément CTP 30 est placé en sandwich entre les deuxième et troisième substrats 70 et 80 et établit un contact électrique direct 15 avec les électrodes 110 et 120. Sous l'effet de la chaleur et de la pression, l'élément CTP 30 remplit le vide ou comble la surface irrégulière créé(e) par les électrodes 110 et 120 qui ne recouvrent respectivement qu'une partie des surfaces des substrats 70 et 80. D'excellentes 20 stratifications ont été réalisées à l'aide de pressions dans la plage d'environ  $2625-2975 \times 10^3$  Pa (375-425 psi) et des températures dans la plage de 200-250°C, dans le cas de substrats et d'électrodes en époxy FR-4 plaqué de cuivre.

En référence aux figures 4 à 6, les première et 25 seconde connexions d'extrémité 40, 50 sont formées par dépôt d'une première couche conductrice 130 sur le stratifié multicoche. Une seconde couche conductrice 140 est appliquée sur la première couche conductrice 130. Les première et seconde couches conductrices 130 et 140 sont de 30 préférence formées d'un métal choisi dans le groupe constitué par le cuivre, le nickel, l'argent, l'or, l'étain et le zinc. Les couches 130 et 140 peuvent être réalisées par dépôt à l'aide de n'importe laquelle des méthodes de dépôt de métal conventionnelles décrites précédemment. Dans

un mode de réalisation particulièrement préféré, la première couche conductrice 130 est constituée de cuivre et est formée par un dépôt réalisé par plaquage sans courant, tandis que la seconde couche conductrice 140 est constituée de cuivre et est formée par un dépôt réalisé par plaquage par voie électrolytique. Des parties des première et seconde couches conductrices d'extrémité 130 et 140 sont éliminées par attaque pour créer des espaces non conducteurs dans celles-ci et pour former les connexions d'extrémité 40 et 50. Au cours d'une étape finale, un troisième couche conductrice 150, d'étain de préférence, est appliquée sur la seconde couche conductrice 140 pourachever la formation des première et seconde connexions d'extrémité 40 et 50. La couche d'étain 150 peut être appliquée par plaquage électrolytique directement sur la couche de cuivre 140 déposée par voie électrolytique sans être appliquée aux parties exposées des premier et troisième substrats 60 et 80.

Grâce à la configuration décalée des électrodes 90, 20 100, 110 et 120, la première connexion d'extrémité 40 est en contact direct avec les électrodes 100 et 120, mais pas avec les électrodes 90 et 110. En revanche, la seconde connexion d'extrémité 50 est en contact direct avec les électrodes 90 et 110, mais pas avec les électrodes 100 et 25 120. Par conséquent, les éléments CTP 20 et 30 sont reliés électriquement en parallèle entre les connexions d'extrémité pour ainsi former une surface CTP active plus grande et un dispositif électrique de plus grande puissance.

30 En référence à la figure 2, un second mode de réalisation du dispositif 10 se compose de trois éléments CTP 20, 30, 35 disposés en couches entre quatre substrats 60, 70, 75, 80. Le substrat supplémentaire désigné par le

5       numéro de référence 75 sur la figure 2 présente une configuration d'électrodes décalée semblable à celle du substrat 70, c'est-à-dire qu'une première électrode 112 est formée sur une première surface (supérieure) du substrat 75 et s'étend jusqu'à l'une des extrémités de celui-ci mais pas jusqu'à l'autre, et qu'une seconde électrode 114 est formée sur une seconde surface (inférieure) du substrat 75 et s'étend jusqu'à l'extrémité opposée de celui-ci, de la même manière que la première électrode 112. Dans le mode de 10     réalisation représenté sur la figure 2, la première connexion d'extrémité 40 est en contact direct avec les électrodes 100, 112 et 120, mais pas avec les électrodes 90, 110 et 114, tandis que la seconde connexion d'extrémité 50 est en contact direct avec les électrodes 90, 110 et 114, mais pas avec les électrodes 100, 112 et 120. Par conséquent, les éléments CTP 20, 30 et 35 sont reliés 15     électriquement en parallèle entre les connexions d'extrémité enveloppantes 40 et 50 et dotent le dispositif 10 d'une puissance électrique supérieure à celle d'un dispositif de mêmes longueur et largeur.

20     En référence aux figures 7 à 8, plusieurs dispositifs électriques 10 selon la présente invention peuvent être fabriqués facilement à partir d'une feuille CTP multicouche 180 unique. A titre d'exemple, la feuille CTP multicouche 180 et le procédé de fabrication de multiples dispositifs vont être décrits en référence au mode de réalisation 25     représenté sur la figure 1. On comprendra toutefois que le procédé décrit ci-après peut être mis en œuvre sur des dispositifs comportant des couches CTP supplémentaires.

30     La feuille CTP multicouche 180 peut par exemple avoir comme dimensions environ 10,16 cm sur 20,32 cm (4 pouces sur 8 pouces) et être constituée par deux couches CTP 20, 30 interposées entre trois substrats isolants 60, 70, 80.

Plusieurs premières électrodes 90, 90', 90'', ... sont formées sur le premier substrat 60. Plusieurs premières électrodes 100, 100', 100'', ... et secondes électrodes 110, 110', 110'', ... sont formées sur le 5 deuxième substrat 70. Plusieurs premières électrodes 120, 120', 120'', ... sont formées sur le troisième substrat 80.

Le premier élément CTP 20 (de préférence sous la forme d'une couche mince) est interposé entre les premier et deuxième substrats 60 et 70. Le second élément CTP 30 (de préférence également sous la forme d'une couche mince) est 10 interposé entre les deuxième et troisième substrats 70 et 80. Les composants suivants, à savoir le troisième substrat 80, le second élément CTP 30, le deuxième substrat 70, le premier élément CTP 20 et le premier substrat 60, sont 15 alignés dans une monture et placés dans une presse chauffée. Les composants sont ainsi stratifiés pour former la feuille CTP multicouche 180.

Plusieurs trous 190 sont formés dans la feuille 180. Les trous 190 peuvent être de forme circulaire (comme ceux 20 représentés) ou se présenter sous la forme de fentes allongées, pourvu que les multiples couches soient exposées. Une première couche conductrice 130 est ensuite appliquée à la feuille 180. Dans un mode de réalisation préféré, la couche 130 est constitué de cuivre et est 25 formée par un dépôt réalisé par une méthode de plaquage sans courant conventionnelle. Le cuivre est plaqué sans courant sur les surfaces extérieures des premier et troisième substrats 60 et 80, ainsi que sur les surfaces exposées par les trous 190 formés dans la feuille 180.

30 Puis, une seconde couche conductrice 140 est appliquée sur la première couche conductrice 130. La seconde couche conductrice 140, de préférence constituée de cuivre, est formée par un dépôt réalisé par une méthode conventionnelle

de plaquage par voie électrolytique. La seconde couche conductrice 140 peut être nécessaire pour accroître l'épaisseur des couches conductrices formant les connexions d'extrémité 40 et 50 afin d'admettre des intensités de courant supérieures.

5 A l'aide des procédés conventionnels de masquage/attaque ou de photogravure mentionnés ci-dessus, des parties des première et seconde couches conductrices 130 et 140 sont éliminées pour créer des espaces non conducteurs dans les couches et pour former les connexions 10 d'extrémité 40 et 50. Une troisième couche conductrice 150, d'étain de préférence, est appliquée sur la seconde couche conductrice 140 pourachever la formation des premières et 15 secondes connexions d'extrémité 40 et 50. La couche d'étain 150 peut être appliquée par un plaquage par voie électrolytique directement sur la couche de cuivre électrolytique 140, mais pas sur les parties exposées des 20 premier et troisième substrats 60 et 80. Au cours de l'étape finale, les feuilles 180 sont coupées ou découpées en dés à travers les trous 190 plaqués (le long des lignes en trait discontinu représentées sur la figure 7), pour former plusieurs dispositifs électriques 10 comme celui 25 représenté sur la figure 1.

25 Bien que la description précédente ait porté sur plusieurs modes de réalisation de la présente invention, celle-ci n'est bien entendu pas limitée aux exemples particuliers décrits et illustrés ici, et l'homme de l'art comprendra aisément qu'il est possible d'y apporter de 30 nombreuses variantes et modifications sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 un premier substrat de support (60) sur une première surface duquel est disposée une électrode (90) ;

un deuxième substrat de support (70) sur une première surface duquel est disposée une électrode (100) ;

10 un élément CTP (20) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices et qui est positionné entre les premier et deuxième substrats de support (60, 70) et relié électriquement aux électrodes (90, 100) ;

une première connexion d'extrémité électriquement conductrice (50) qui enveloppe une première extrémité de 15 l'élément CTP (20) et qui est en contact électrique avec l'électrode (90) disposée sur le premier substrat (60) ; et

20 une seconde connexion d'extrémité électriquement conductrice (40) qui enveloppe une seconde extrémité de l'élément CTP (20) et qui est en contact électrique avec l'électrode (100) disposée sur le deuxième substrat (70).

25 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première connexion d'extrémité électriquement conductrice (50) est disposée sur les premier et deuxième substrats de support (60, 70) et sur la première extrémité de l'élément CTP (20).

30 3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la seconde connexion d'extrémité électriquement conductrice (40) est disposée sur les premier et deuxième substrats de support (60, 70) et sur la seconde extrémité de l'élément CTP (20).

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode (90) disposée sur le premier substrat

(60) est en contact direct avec la première connexion d'extrémité (50).

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'électrode (100) disposée sur le deuxième substrat (70) est en contact direct avec la seconde connexion d'extrémité (40).

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième substrats de support (60, 70) sont électriquement isolants.

10 7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième substrats de support (60, 70) qui comportent des électrodes (90, 100) disposées sur leurs premières surfaces sont constitués par une carte à circuit imprimé plaquée de cuivre.

15 8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième substrats de support (60, 70) sont formés à partir d'un matériau choisi dans le groupe comprenant une céramique, un verre, l'époxy FR-14 et la mélamine.

20 9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier substrat électriquement isolant (60) possède une première extrémité (61) et une seconde extrémité (62), et en ce que l'électrode (90) disposée sur la première surface du substrat de support s'étend jusqu'à l'une des première et seconde extrémités (61, 62) du substrat (60) mais pas jusqu'à l'autre.

25 30 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'électrode (90) disposée sur la première surface du premier substrat de support (60) est en contact direct avec l'une des première et seconde connexions d'extrémité électriquement conductrices (50, 40), mais pas avec l'autre.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend également :

un troisième substrat de support (80) sur une première surface duquel est disposée une électrode (120) ;

5 le deuxième substrat de support (70) comportant une seconde électrode (110) disposée sur sa seconde surface ; et

10 un second élément CTP (30) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le second élément CTP (30) étant positionné entre l'électrode (120) disposée sur la première surface du troisième substrat de support (80) et la seconde électrode (110) disposée sur la seconde surface du deuxième substrat de support (70).

15 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le premier élément CTP (20) et le second élément CTP (30) sont reliés électriquement en parallèle.

20 13. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lorsque le dispositif est relié électriquement à un circuit traversé par un courant électrique, celui-ci circule de la première connexion d'extrémité électriquement conductrice à l'électrode disposée sur la première surface du premier substrat de support, puis par l'intermédiaire de l'élément CTP jusqu'à l'électrode disposée sur la première 25 surface du deuxième substrat de support, pour arriver à la seconde connexion d'extrémité électriquement conductrice.

30 14. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les première et seconde connexions électriquement conductrices (50, 40) sont constituées de plusieurs couches conductrices (130, 140, 150).

15. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes sont constituées d'une feuille métallique.

16. Dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 un premier substrat (60) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (90) ;

un deuxième substrat (70) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (100) et sur une seconde surface duquel est disposée une seconde électrode (110) ;

10 un troisième substrat (80) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (120) ;

15 un premier élément CTP (20) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le premier élément CTP (20) étant interposé entre les premier et deuxième substrats (60, 70) et reliant électriquement la première électrode (90) disposée sur le premier substrat (60) à la première électrode (100) disposée sur le deuxième substrat (70) ;

20 un second élément CTP (30) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le second élément CTP (30) étant interposé entre les deuxième et troisième substrats (70, 80) et reliant électriquement la seconde électrode (110) disposée sur le deuxième substrat (70) à la première électrode (120) disposée sur le troisième substrat (80) ;

25 une première connexion d'extrémité conductrice (40) qui enveloppe une première extrémité du dispositif (10) ; et

une seconde connexion d'extrémité conductrice (50) qui enveloppe une seconde extrémité du dispositif (10).

30 17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les premier, deuxième et troisième substrats (60, 70, 80) sont électriquement isolants.

18. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les premier, deuxième et troisième substrats (60, 70, 80) sont formés à partir d'un matériau choisi dans le groupe constitué par une céramique, l'époxy FR-4, un verre et la mélamine.

5 19. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les premier et second éléments CTP (20, 30) sont reliés électriquement en parallèle.

10 20. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les première et seconde connexion d'extrémité (40, 50) sont formées de première et seconde couches conductrices.

15 21. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que la première couche conductrice des première et seconde connexions d'extrémité (40, 50) est formée de cuivre.

20 22. Dispositif selon la revendication 20, caractérisé en ce que la seconde couche conductrice des première et seconde connexions d'extrémité (40, 50) est formée d'étain.

25 23. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que la première connexion d'extrémité conductrice (40) est en contact direct avec la première électrode (120) disposée sur le troisième substrat (80) et avec la première électrode (100) disposée sur le deuxième substrat (70).

25 24. Dispositif selon la revendication 23, caractérisé en ce que la seconde connexion d'extrémité conductrice (50) est en contact direct avec la seconde électrode (110) disposée sur le deuxième substrat (70) et avec la première électrode (90) disposée sur le premier substrat (60).

30 25. Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que lorsqu'un courant traverse le dispositif, il circule de la première connexion d'extrémité conductrice à la première électrode disposée sur le troisième substrat et

à la première électrode disposée sur le deuxième substrat, puis, par l'intermédiaire des premier et second éléments CTP, jusqu'à la seconde électrode disposée sur le deuxième substrat et à la première électrode disposée sur le premier substrat, pour arriver à la seconde connexion d'extrémité conductrice.

26. Dispositif de protection de circuit électrique apte à être monté en surface, caractérisé en ce qu'il comprend :

10 un premier substrat électriquement isolant (60) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (90) ;

15 un deuxième substrat électriquement isolant (70) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (100) et sur une seconde surface duquel est disposée une seconde électrode (110) ;

20 un troisième substrat électriquement isolant (75) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (112) et sur une seconde surface duquel est disposée une seconde électrode (114) ;

25 un quatrième substrat électriquement isolant (80) sur une première surface duquel est disposée une première électrode (120) ;

un premier élément CTP en couche (20) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le premier élément CTP (20) étant interposé entre les premier et deuxième substrats isolants (60, 70) et reliant électriquement la première électrode (90) disposée sur le premier substrat isolant (60) à la première électrode (100) disposée sur le deuxième substrat isolant (70) ;

30 un deuxième élément CTP en couche (30) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules

conductrices, le deuxième élément CTP (30) étant interposé entre les deuxième et troisième substrats isolants (70, 75) et reliant électriquement la seconde électrode (110) disposée sur le deuxième substrat isolant (70) à la première électrode (112) disposée sur le troisième substrat isolant (75) ;

10 un troisième élément CTP en couche (35) formé d'un polymère dans lequel sont dispersées des particules conductrices, le troisième élément CTP (35) étant interposé entre les troisième et quatrième substrats isolants (75, 80) et reliant électriquement la seconde électrode (114) disposée sur le troisième substrat isolant (75) à la première électrode (120) disposée sur le quatrième substrat isolant (80) ;

15 une première connexion d'extrémité électriquement conductrice (40) enveloppant une première extrémité du dispositif (10) et étant en contact électrique avec la première électrode (120) disposée sur le quatrième substrat isolant (80), avec la première électrode (112) disposée sur le troisième substrat isolant (75) et avec la première électrode (100) disposée sur le deuxième substrat isolant (70) ; et

20 une seconde connexion d'extrémité électriquement conductrice (50) enveloppant une seconde extrémité du dispositif (10) et étant en contact électrique avec la seconde électrode (114) disposée sur le troisième substrat isolant (75), avec la seconde électrode (110) disposée sur le deuxième substrat isolant (70) et avec la première électrode (90) disposée sur le premier substrat isolant (60).

27. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que la première connexion d'extrémité (40) est disposée sur les premier et quatrième substrats isolants

(60, 80), à proximité d'une première extrémité du dispositif (10).

5 28. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que la seconde connexion d'extrémité (50) est disposée sur les premier et quatrième substrats isolants (60, 80), à proximité de d'une seconde extrémité du dispositif (10).

10 29. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que le premier substrat électriquement isolant possède une première extrémité et une seconde extrémité, et en ce que la première électrode disposée sur la première surface du premier substrat électriquement isolant s'étend jusqu'à la seconde extrémité du substrat isolant, mais pas jusqu'à la première.

15 30. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que le deuxième substrat électriquement isolant possède une première extrémité et une seconde extrémité, en ce que l'électrode disposée sur la première surface du deuxième substrat électriquement isolant s'étend jusqu'à la première extrémité de celui-ci mais pas jusqu'à la seconde, et en ce que la seconde électrode disposée sur la seconde surface du deuxième substrat électriquement isolant s'étend jusqu'à la seconde extrémité de celui-ci mais pas jusqu'à la première.

25 31. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que le troisième substrat électriquement isolant possède une première extrémité et une seconde extrémité, en ce que la première électrode disposée sur la première surface du troisième substrat électriquement isolant s'étend jusqu'à la première extrémité de celui-ci, mais pas jusqu'à la seconde, et en ce que la seconde électrode disposée sur la seconde surface du troisième substrat

électriquement isolant s'étend jusqu'à la seconde extrémité de celui-ci, mais pas jusqu'à la première.

32. Dispositif selon la revendication 26, caractérisé en ce que le quatrième substrat électriquement isolant possède une première extrémité et une seconde extrémité, et en ce que la première électrode disposée sur la première surface du quatrième substrat électriquement isolant s'étend jusqu'à la première extrémité de celui-ci, mais pas jusqu'à la seconde.

10 33. Procédé de fabrication d'un dispositif de protection de circuit électrique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui consistent à :

prévoir des premier et deuxième substrats ;

15 former une première électrode sur une première surface du premier substrat ;

former une première électrode sur une première surface du deuxième substrat ;

prévoir un premier élément CTP ;

20 disposer en couche le premier élément CTP entre la première électrode formée sur le premier substrat et la première électrode formée sur le deuxième substrat pour former un stratifié ;

25 former une première connexion d'extrémité enveloppant une première extrémité du stratifié et en contact électrique avec la première électrode formée sur le premier substrat ; et

former une seconde connexion d'extrémité enveloppant une seconde extrémité du stratifié et en contact électrique avec la première électrode formée sur le deuxième substrat.

30 34. Procédé selon la revendication 33, caractérisé en ce que l'étape de stratification est exécutée dans une presse chauffée.

35. Procédé selon la revendication 33, caractérisé en ce que les premier et deuxième substrats sont constitués d'époxy FR-4 plaqué de cuivre et les électrodes sont formées par élimination par attaque de parties du plaquage de cuivre.

36. Procédé selon la revendication 33, caractérisé en ce que le stratifié est plaqué avec une couche conductrice et les première et seconde connexion d'extrémité sont formées par enlèvement de parties de la couche conductrice.

10 37. Procédé de fabrication de plusieurs dispositifs de protection de circuit électrique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes qui consistent à :

15 prévoir des premier, deuxième et troisième substrats ; former de multiples premières électrodes sur une première surface du premier substrat ;

former de multiples premières électrodes sur une première surface du deuxième substrat ;

former de multiples secondes électrodes sur une seconde surface du deuxième substrat ;

20 former de multiples premières électrodes sur une première surface du troisième substrat ;

prévoir des premier et second éléments CTP ;

25 disposer en couches le premier élément CTP entre les multiples premières électrodes formées sur le premier substrat et les multiples premières électrodes formées sur le deuxième substrat ;

30 disposer en couches le second élément CTP entre les multiples secondes électrodes formées sur le deuxième substrat et les multiples premières électrodes formées sur le troisième substrat pour former une feuille CTP multicouche ;

former plusieurs trous dans la feuille pour exposer des parties des multiples couches (c'est-à-dire des substrats, des électrodes et des éléments CTP) ;

5 appliquer une première couche conductrice à la feuille CTP multicoche et aux parties exposées de celle-ci ;

appliquer une seconde couche conductrice à la première couche conductrice ;

10 éliminer par attaque des parties des première et seconde couches conductrices pour créer plusieurs premières et secondes connexions d'extrémité, chacune des premières connexions d'extrémité étant en contact avec l'une des multiples premières électrodes formées sur le troisième substrat et avec l'une des multiples premières électrodes formées sur le deuxième substrat, et chacune des secondes 15 connexions d'extrémité étant en contact avec l'une des multiples premières électrodes formées sur le premier substrat et avec l'une des multiples secondes électrodes formées sur le deuxième substrat ; et

20 transformer la feuille en plusieurs dispositifs de protection de circuit électrique, chaque dispositif comportant l'une des multiples premières et des multiples secondes connexions d'extrémité.

# FIG. I

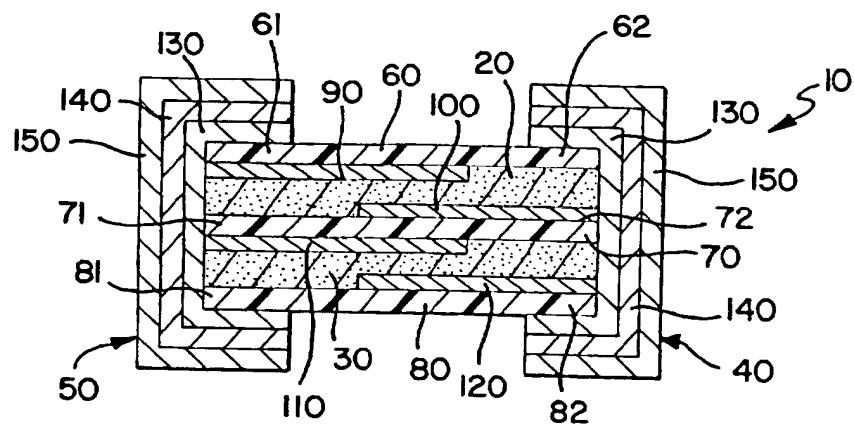
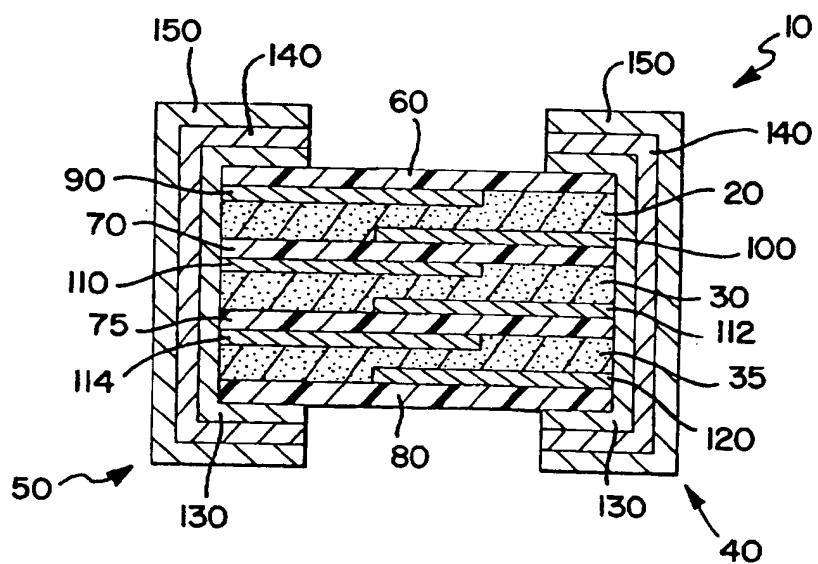


FIG. 2



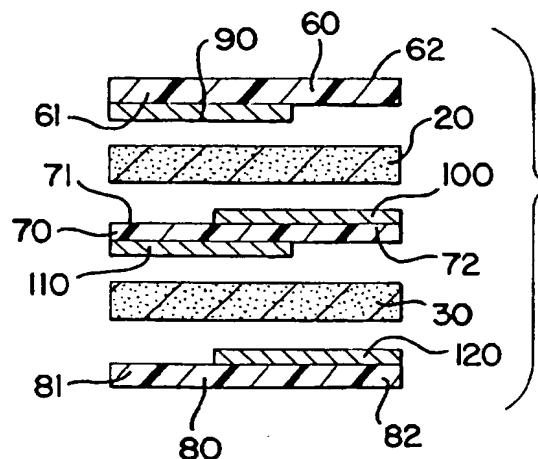


FIG. 3

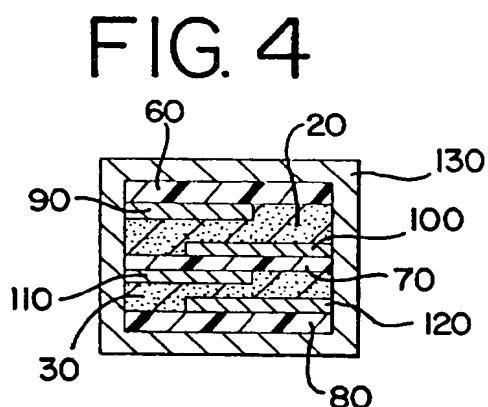


FIG. 4

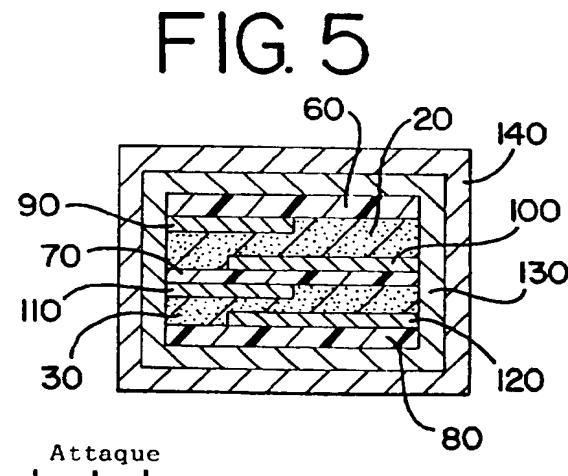


FIG. 5

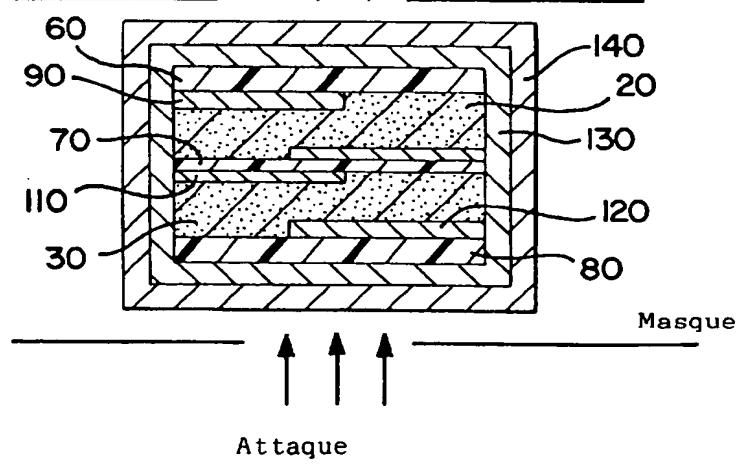


FIG. 6

FIG. 7

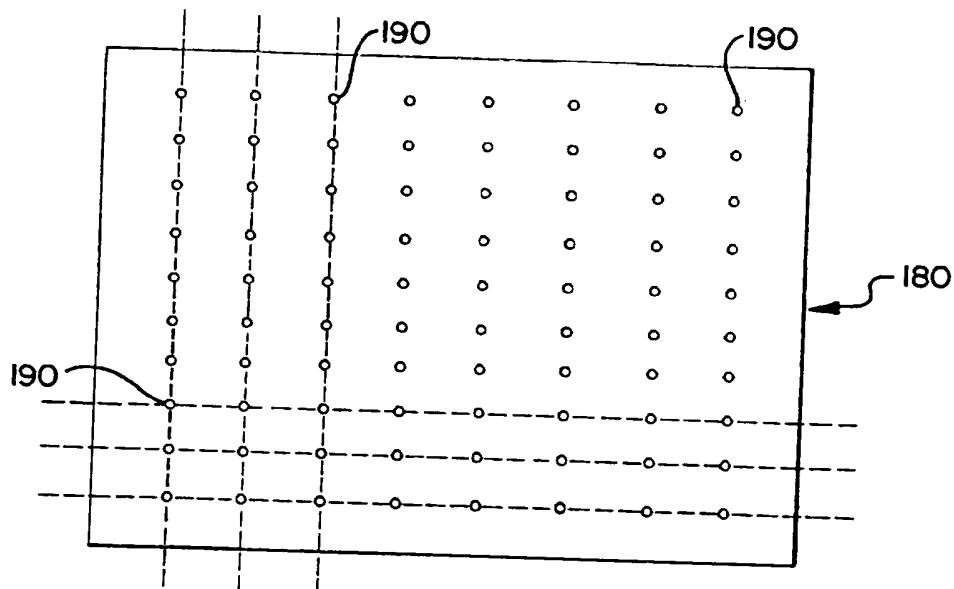


FIG. 8

